

NEC



NATIONAL ELECTRICAL CODE

BY AHMED ABD EL MEGEED ISMAIL
AT WWW.SAYEDSAAD.COM

LEC#2

ELECTRICAL ROOM SIZING AND IMPORTANT DEFINITIONS PART2.

تعريفات عامة + تحديد مقاس غرف الكهرباء وكيفية فرش المعدات بها الجزء الثاني

110.26(E) DEDICATED EQUIPMENT SPACE FOR $\leq 600V$ SYSTEM.

110.26(E) (1)(A) INDOOR INSTALLATIONS DEDICATED ELECTRICAL SPACE.

110.26(E) (1)(B) INDOOR INSTALLATIONS FOREIGN SYSTEMS.

110.26(E) (2) OUTDOOR. INSTALLATIONS

110.32 WORK SPACE ABOUT EQUIPMENT(OVER 600 VOLTS, NOMINAL =MEDIUM VOLTAGE SYSTEM)

DEPTH OF AND HEIGHT WORKING SPACE

110.33 ENTRANCE TO ENCLOSURES AND ACCESS TO WORKING SPACE

110.33(A) ENTRANCE.

110.33(A)(1) LARGE EQUIPMENT FOR EQUIPMENT MORE THAN 1.8 M (2 ENTRANCE)

110.33(A)(1)(A) UNOBSTRUCTED EGRESS.

110.33(A)(1)(B) LARGE EQUIPMENT FOR EQUIPMENT LESS THAN 1.8 M (ONE ENTRANCE EXTRA WORKING SPACE.)

110.34(B) SEPARATION FROM LOW-VOLTAGE EQUIPMENT.

VOLTAGE DROP (210.19(A)(1) FPN NO 4,

VOLTAGE DROP FORMULA

EXA V.D

LEC#2

ELECTRICAL ROOM SIZING AND IMPORTANT DEFINITIONS PART2.

تعريفات عامة + تحديد مقاس غرف الكهرباء وكيفية فرش المعدات بها الجزء الثاني

DEDICATED EQUIPMENT SPACE FOR $\leq 600V$ SYSTEM. (المساحات المخصصة للمعدات)

(أقل من 600 فولت)

• **INDOOR INSTALLATIONS DEDICATED ELECTRICAL SPACE.** (بالنسبة للمعدات الداخلية)

• **INDOOR INSTALLATIONS FOREIGN SYSTEMS.** (داخليا مع الأنظمة الأخرى مثل مواسير المياه وغيرها)

• **OUTDOOR. INSTALLATIONS** (بالنسبة للتركيب الخارجي)

WORK SPACE ABOUT EQUIPMENT (OVER 600 VOLTS, NOMINAL - MEDIUM

VOLTAGE SYSTEM) (الفراغات المسموح بها حول المعدات الكهربائية الأكثر من 600 فولت)

DEPTH OF AND HEIGHT WORKING SPACE (عمق فراغ العمل)

ENTRANCE TO ENCLOSURES AND ACCESS TO WORKING SPACE (الدخول والخروج من)

(مناطق أو الفراغات العمل للمعدات الكهربائية)

ENTRANCE.

• **LARGE EQUIPMENT** (بالنسبة للمعدات الكبيرة)

• **UNOBSTRUCTED EGRESS.** (لهروب أو الخروج من غرفة المعدات بدون عوائق)

• **LARGE EQUIPMENT EXTRA WORKING SPACE.** (مساحات ذائدة أثناء الهروب)

SEPARATION FROM LOW-VOLTAGE EQUIPMENT.

VOLTAGE DROP (210.19(A)(1) FPN NO 4,

• **VOLTAGE DROP FORMULA** (حسابات فرق الجهد)

• **EXAMPLE V.D** (مثال تطبيقي على حساب فقد الجهد)

110.26(E) EQUIPMENT SPACE FOR ≤ 600V SYSTEM.

كل من switch boards و panel boards و motor control center يجب أن توضع في اماكن مخصصة لها حماية من التلف أو أن يسمى هذا الفراغ **dedicated equipment space** وهو ينقسم الى اثنين

110.26(E) (1)(A) INDOOR INSTALLATIONS DEDICATED ELECTRICAL SPACE.

(1) **Indoor.** Indoor installations shall comply with 110.26(E) (1)(a) through (E)(1)(d).

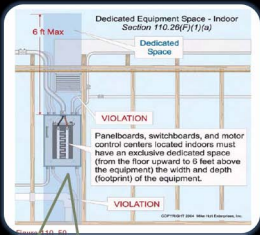
(a) **Dedicated Electrical Space.** The space equal to the width and depth of the equipment and extending from the floor to a height of 1.8 m (6 ft) above the equipment or to the structural ceiling, whichever is lower, shall be dedicated to the electrical installation. No piping, ducts, leak protection apparatus, or other equipment foreign to the electrical installation shall be located in this zone.

الاول يكون داخل المبني وهو الفراغ المساوي لعرض وعمق واربعاع المعدة الكهربائية ويمتد من اول الارض الى 6 قدم فوق المعدة اي 1.8 متر.

110.26(E) (1)(B) INDOOR INSTALLATIONS FOREIGN SYSTEMS.

الرسمه التالية توضح انه هنا ك duct تكيف باعلى اللوحة و ماسورة مياه باسفل اللوحة وهذا غير صحيح

(b) **Foreign Systems.** The area above the dedicated space required by 110.26(E)(1)(a) shall be permitted to contain foreign systems, provided protection is installed to avoid damage to the electrical equipment from condensation, leaks, or breaks in such foreign systems.



يمتد من أول الأرض إلى علواً بعد الشدة بـ 1.8 متر

(E) Foreign systems may enter the area above the dedicated electrical space if the electrical equipment is protected from condensation, leaks, or breaks in such foreign systems

مسموح لانبطة الغريبة مثل ماسورة مياه ماسورة صرف أو دكت تكيف ان نمر في الفراغ الموجود فوق ال **Dedicated space** بشرط ان تكون المعدة الكهربائية محمية من التسرب أو الكسر الذي ممكن ان يحدث في هذه الانبطة الغريبة (اي غريبة على نظام الكهرباء). انظر الى الشكلين التاليين يوجد ما يسمى **drip pan** وهو مثل اناء باسفل ماسورة الصرف حماية للوحة الكهرباء.

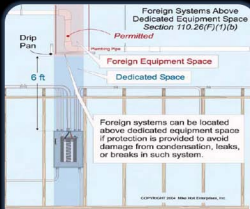
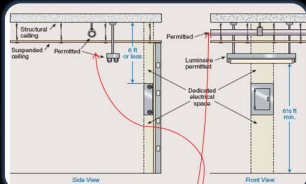
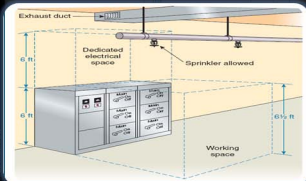
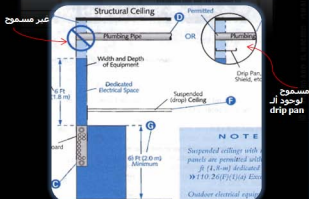


Figure 110-52

ملحوظة هامة معنى dedicated equipment space أى أن هذا الفراغ محترم التواجد فيه أو اختراقه من أنظمة أخرى وأخيره وهو فقط للمعدة.



مسموح لبعدهم تماما عن ال dedicated space



the working space and the dedicated electrical space

110.26(E) (2) OUTDOOR. INSTALLATION

(2) Outdoor. Outdoor electrical equipment shall be installed in suitable enclosures and shall be protected from accidental contact by unauthorized personnel, or by vehicular traffic, or by accidental spillage or leakage from piping systems. The working clearance space shall include the zone described in 110.26(A). No architectural appurtenance or other equipment shall be located in this zone.

النابى التركيب الخارجى يكون داخل enclosure مناسب ومحمى من التصادم من اى شخص او سيارة واى تسرب مياه او غيره ويكون ايضا المساحة المناسبة للعمل 110.26(A) working space بناء على 90 درجة

110.32 WORK SPACE ABOUT EQUIPMENT (OVER 600 VOLTS, NOMINAL = MEDIUM VOLTAGE SYSTEM)

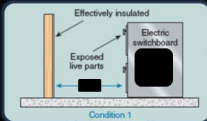
DEPTH OF AND HEIGHT WORKING SPACE (انظر الى الجدول التالى)

Sufficient space shall be provided and maintained about electrical equipment to permit ready and safe operation and maintenance of such equipment. Where energized parts are exposed, the minimum clear work space shall be not less than 2.0 m (6½ ft) high (measured vertically from the floor or platform) or not less than 914 mm (3 ft) wide (measured parallel to the equipment). The depth shall be as required in 110.34(A). In all cases, the work space shall permit at least a 90 degree opening of doors or hinged panels.

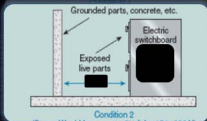
TABLE 110.34(A) Minimum Depth of Clear Working Space at Electrical Equipment

Nominal Voltage to Ground	Minimum Clear Distance		
	Condition 1	Condition 2	Condition 3
601–2500 V	900 mm (3 ft)	1.2 m (4 ft)	1.5 m (5 ft)
2501–9000 V	1.2 m (4 ft)	1.5 m (5 ft)	1.8 m (6 ft)
9001–25,000 V	1.5 m (5 ft)	1.8 m (6 ft)	2.8 m (9 ft)
25,001 V–75 kV	1.8 m (6 ft)	2.5 m (8 ft)	3.0 m (10 ft)
Above 75 kV	2.5 m (8 ft)	3.0 m (10 ft)	3.7 m (12 ft)

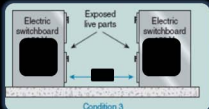
الارتفاع لا يقل عن 2 متر والعرض لا يقل عن 914 مم يجب ان يكون عمق الـ working space الخاص باللوحه مناسب لفتح باب اللوحه او المعبده الكهرباء براوية 90 درجة



الحالة الاولى اللوحات فى الامام وفى الخلف جزء معزول تماما



الحالة الثانية اللوحات فى الامام وفى حائط او عمود حرسانه مثلا



الحالة الثالثة للوحات في
الأمام وفي الخلف

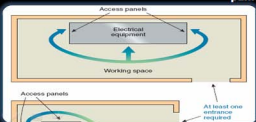
110.33 ENTRANCE TO ENCLOSURES AND ACCESS TO WORKING SPACE

110.33(A) ENTRANCE.

FOR EQUIPMENT LESS THAN 1.8 M

(A) **Entrance** At least one entrance not less than 610 mm (24 in.) wide and 2.0 m (6½ ft) high shall be provided to give access to the working space about electric equipment. Where the entrance has a personnel door(s), the door(s) shall open in the direction of egress and be equipped with panic bars, pressure plates, or other devices that are normally latched but open under simple pressure.

يكون الباب عرضه لا يقل عن عرض 610 مم وارتفاعه 6.5 قدم
أي 2 م ويكون الباب يفتح في اتجاه الهروب وأيضاً مزود بـ
panic bars,



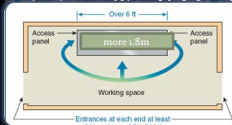
110.33(A)(1) LARGE EQUIPMENT FOR EQUIPMENT MORE THAN 1.8 M (2 ENTRANCE)

(1) **Large Equipment**, On switchboard and control panels exceeding 1.8 m (6 ft) in width, there shall be one entrance at each end of the equipment. A single entrance to the required working space shall be permitted where either of the conditions in 110.33(A)(1)(a) or (A)(1)(b) is met.

باسن عند كل طرف للمعدة- ولا يضاعف العمق الخاص بال
TABLE 110.34(A). الجدول المذكور في
ويكون الباب يفتح في اتجاه الهروب وأيضاً مزود بـ
bars, حيث يفتح بضغط بسيط كل هذا
واضح في الاشكال الاتيين التاليين .



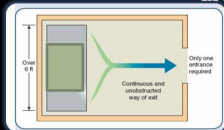
يكون الباب عرضه لا يقل عن عرض 610 مم وارتفاعه 6.5 قدم أي 2 م



110.33(A)(1)(A) UNOBSTRUCTED EGRESS.

(a) **Unobstructed Exit.** Where the location permits a continuous and unobstructed way of exit travel, a single entrance to the working space shall be permitted.

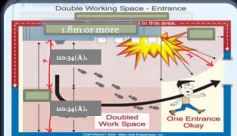
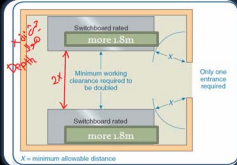
أ- باب واحد وإن يكون الخروج مستمر وبدون عوائق كما في الشكل التالي فقط



110.33(A)(1)(B) LARGE EQUIPMENT FOR EQUIPMENT LESS THAN 1.8 M (ONE ENTRANCE EXTRA WORKING SPACE.)

(b) **Extra Working Space.** Where the depth of the working space is twice that required by 110.34(A), a single entrance shall be permitted. It shall be located so that the distance from the equipment to the nearest edge of the entrance is not less than the minimum clear distance specified in Table 110.34(A) for equipment operating at that voltage and in that condition.

باب واحد ولكن بصاعف أُل depth الخاص بأُل working space وإن يكون بعد أُل equipments عن حافة الباب لا تقل عن أُل depth المذكور في الجدول السابق TABLE 110.34(A) انظر التلات اشكال التالية.



Only one entrance is required where the required working space is doubled, and the equipment is located so the edge of the entrance is no closer than the required working space distance.



(B) **Separation from Low-Voltage Equipment.** Where switches, cutouts, or other equipment operating at 600 volts, nominal, or less are installed in a vault, room, or enclosure where there are exposed live parts or exposed wiring operating at over 600 volts, nominal, the high-voltage equipment shall be effectively separated from the space occupied by the low-voltage equipment by a suitable partition, fence, or screen.

لا بد من توفير حائط أو partition بين معدات الجهد المتوسط والمنخفض

VOLTAGE DROP (210.19(A)(1) FPN NO. 4, 215.2(A)(3) FPN NO. 2

B The recommended maximum voltage drop for the combined feeder and branch circuit is 5%. However, the voltage drop for feeders is not necessarily 2%. If the branch circuit is 3%, the feeder is 2%, but if the branch circuit is 1%, the feeder can be 4%. Any combination is possible, as long as the branch circuit does not exceed 3%, and the combined branch circuit and feeder does not exceed 5%.

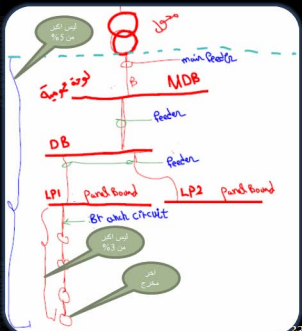
» 210.19(A)(1) FPN No. 4 and 215.2(A)(3) FPN No. 2 «

FPN No. 4: Conductors for branch circuits as defined in Article 100, sized to prevent a voltage drop exceeding 3 percent at the farthest outlet of power, heating, and lighting loads, or combinations of such loads, and where the maximum total voltage drop on both feeders and branch circuits to the farthest outlet does not exceed 5 percent, provide reasonable efficiency of operation. See FPN No. 2 of 215.2(A)(3) for voltage drop on feeder conductors.

FPN No. 2: Conductors for feeders as defined in Article 100, sized to prevent a voltage drop exceeding 3 percent at the farthest outlet of power, heating, and lighting loads, or combinations of such loads, and where the maximum total voltage drop on both feeders and branch circuits to the farthest outlet does not exceed 5 percent, will provide reasonable efficiency of operation.

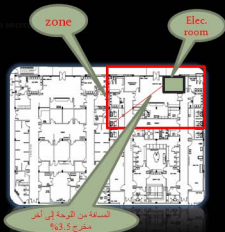
FPN No. 3: See 210.19(A), FPN No. 4, for voltage drop for branch circuits.

الفقد في الجهد التراكمي (بالنجم) على كابلات اللوحات ابتداء من الكابل العمومي للوحة العمومية إلى الكابل الخاص بأخر لوحة (panel board) مضاف إليه الفقد على الدائرة الفرعية حتى آخر مخرج في الدائرة الفرعية بعد هذه اللوحة (panel board) يساوي 5% إذن هناك نقطتين هامتين لابد من التنبه بهن:
1- فقد الجهد على الدائرة الفرعية إلى آخر مخرج فيها لا يزيد عن 3% حيث أن دائما مساحة المقطع الصغيرة بها فقد الجهد عالي مع كبر المقاومة والعكس صحيح بالنسبة للـ **feeders** (كابلات اللوحات) تكون المقاومة صغيرة وفقد الجهد صغير
2- مجموع فرق الجهد التراكمي لا يزيد عن 5%
انظر الشكل التالي للتوضيح



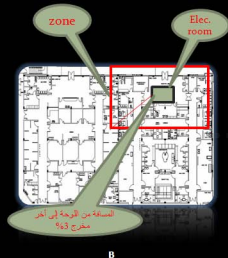
هذه القاعدة الخاصة بـ **voltage drop** تسهل اختيار اماكن غرف الكهرباء في مساحات واسعة حيث يبدأ المشروع بافتراض اماكن للعرف وبعدها افتراض **zones** معينة تخدمها هذه اللوحات من دوائر انارة او برابر **وهكذا مع** التأكد ان الفقد في الجهد لل **branch circuits** الى اخر مخرج لايزيد عن 3% وبعدها اذا ذات النسبة يكون هناك الحل بتحريك مكان الغرفة الى مكان اخر داخل ال zone او تصغير ال zone او ببناء بتقليل حمل الدائرة البعيدة التي تسبب مشاكل اي تقسيم الدوائر الكبيرة الى دائرتين وهذا يكون بنسبة بسيطة حتى لا تزداد عدد اللوحات داخل الغرفة.

في الرسمه التالية (A) وصل الفقد في الجهد الى اخر مخرج 3.5%



(A)

في الرسمه التالية (B) وصل الفقد في الجهد الى اخر مخرج 3% وهذا بعد تحريك مكان الغرفة الى مكان وسط في ال ZONE



B

VOLTAGE DROP FORMULA معادلة عالمية ليست بالكود

circuit	voltage drop (ΔU)	
	in volts	in %
single phase: phase/phase	$\Delta U = 2 IB (R \cos \varphi + X \sin \varphi) L$	$\frac{100 \Delta U}{U_n}$
single phase: phase/neutral	$\Delta U = 2 IB (R \cos \varphi + X \sin \varphi) L$	$\frac{100 \Delta U}{V_n}$
balanced 3-phase: 3 phases (with or without neutral)	$\Delta U = \sqrt{3} IB (R \cos \varphi + X \sin \varphi) L$	$\frac{100 \Delta U}{U_n}$

table H1-28: voltage-drop formulae.

- IB**: the full load current in amps
- L**: length of the cable in kilometers
- R**: resistance of the cable conductor in ohm/km
- UN**: phase-to-phase voltage.
- VN**: phase-to-neutral voltage.

EXA V.D

احسب فقد الجهد على كابل مقاسه 70mm2 وطوله 0.1 Km

phase-to-phase voltage (UN) = **380 V**.

Load **160 KVA**

I rated (IB) = **$160 \times 1000 / 1.73 / 380 = 243 A$**

$R \cos(\theta) + X \sin(\theta)$

$1.73 \times 243 (R \cos(\theta) + X \sin(\theta)) \times 0.1$

R ohm/Km	0.343000	X ohm/Km	0.1029
Z ohm/Km	0.336140		
Voltage drop at this feeder	14.17	Volts	
Voltage drop (%)	3.73	%	